

540,413

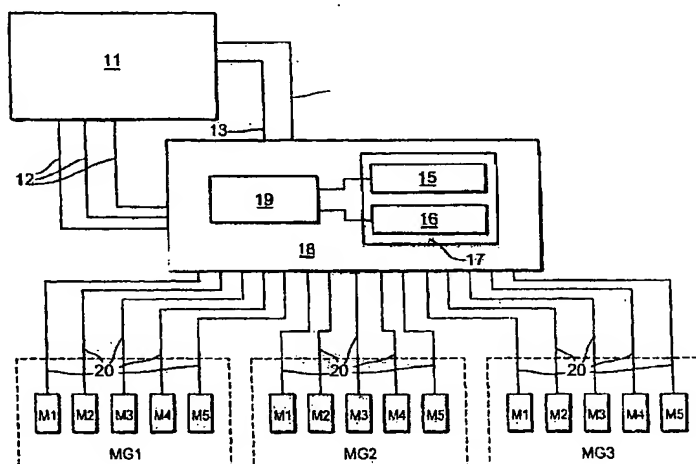
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Juli 2004 (22.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/061275 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01L 9/02, (72) Erfinder; und
F02D 13/02 (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): JAROS, Rolf [DE/DE];
Ostendstr. 22, 71522 Backnang (DE). SCHWEIGGART,
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002089 Hubert [DE/DE]; Auf der Kanzel 6, 70191 Stuttgart
(DE). PISCHKE, Ulf [DE/DE]; Betzweiler Str. 21, 70563
(22) Internationales Anmeldedatum: Stuttgart (DE). GAESSLER, Hermann [DE/DE]; Im
24. Juni 2003 (24.06.2003) Hoernle 14, 71665 Vaihingen (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, US.
(30) Angaben zur Priorität: 102 61 022.3 24. Dezember 2002 (24.12.2002) DE (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von*
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE). Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CONTROL UNIT FOR CONTROLLING SOLENOID VALVES PROVIDED FOR GAS EXCHANGE
VALVES(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND STEUEREINRICHTUNG ZUM ANSTEUERN VON GASWECHSELVENTILEN ZU-
GEORDNETEN MAGNETVENTILEN

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling solenoid valves provided for gas exchange valves on electrohydraulic valve operation in an internal combustion engine with several combustion chambers. The solenoid valves provided for the gas exchange valves can be operated independently of each other. Control signals for solenoid valves, corresponding to a camshaft, are determined in a control unit and transmitted to an output stage. The output stage controls the solenoid valves according to the transmitted control signals. Each combustion chamber of the internal combustion engine comprises at least one inlet valve and at least one exhaust valve. According to the invention, all solenoid valves on all gas exchange valves of a combustion chamber form a solenoid valve set. One operation profile is assigned to all solenoid valves of a solenoid valve set. An activation signal corresponding to a camshaft is determined in the control unit for each combustion chamber and supplied to the output stage. The output stage controls the solenoid valves of the solenoid valve set based on the activation signals for the cylinder corresponding to the operation profile stored for the corresponding solenoid valve.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/061275 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen bei einer elektrohydraulischen Ventilbetätigung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennkammern. Die den Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventile sind unabhängig voneinander betätigbar. Hierzu werden in einer Steuereinheit kurbelwellensynchrone Ansteuersignale für Magnetventile der Brennkraftmaschine ermittelt und einer Endstufe übermittelt. Die Endstufe steuert die Magnetventile aufgrund der übermittelten Ansteuersignale an. Dabei weist jede Brennkammer der Brennkraftmaschine als Gaswechselventil jeweils wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil auf. Gemäß der Erfindung bilden alle Magnetventile aller Gaswechselventile einer Brennkammer einen Magnetventilsatz. Für alle Magnetventile eines Magnetventilsatzes wird jeweils ein Betätigungsprofil vorgegeben. In der Steuereinheit wird für jede Brennkammer ein kurbelwellensynchrones Aktivierungssignal ermittelt und der Endstufe zugeführt. Die Endstufe steuert die Magnetventile des Magnetventilsatzes aufgrund des Aktivierungssignals der Zylinder entsprechend dem für das entsprechende Magnetventil abgespeicherten Betätigungsprofils an.

Verfahren und Steuereinrichtung zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen.

Es ist bekannt bei Brennkraftmaschinen den herkömmlichen Ventiltrieb mit Nockenwellen durch eine elektrohydraulische Ventilbetätigung zu ersetzen. Bei einer solchen elektrohydraulischen Ventilbetätigung sind den Gaswechselventilen Magnetventile zugeordnet, die den Zu- und Abfluss einer druckbeaufschlagten Flüssigkeit, eines Hydrauliköls, in die Arbeitskammer eines hydraulischen Arbeitszylinders steuern. Über die Füllung der Arbeitskammer des hydraulischen Arbeitszylinders wird die Stellung des entsprechenden Gaswechselventils verändert.

Der Vorteil einer solchen elektrohydraulischen Ventilsteuerung ist darin zu sehen, dass das Betätigen der einzelnen Gaswechselventile der Brennkraftmaschine unabhängig voneinander erfolgen kann. Hierdurch wird eine große Variabilität in den Öffnungs- und Schließzeitpunkten der Gaswechselventile erreicht. Dabei ist die Variabilität sowohl zwischen den Gaswechselventilen unterschiedlicher Brennkammern untereinander als auch zwischen den Gaswechselventilen einer Brennkammer gegeben. Durch entsprechende Abstimmung der Betätigung der Magnetventile ist es beispielsweise möglich die Ventilbetätigung zweier Gaswechselventile gleicher Funktion, also zweier Einlassventile oder zweier Auslassventile, zu synchronisieren und dabei alle vorhandenen Bauteiltoleranzen und systemimmanente Abweichungen im Gleichlauf auszugleichen.

Daher ist es von elektrohydraulischen Ventilbetätigungen bekannt, in einem Steuergerät zeitsynchron zu der Kurbelwellenbewegung und ggf. abhängig vom Fahrzustand des Fahrzeugs, den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine sowie abhängig von Fahrervorgaben für jedes einzelne Magnetventil ein Ansteuersignal zu ermitteln, über eine entsprechende Ansteuerleitung dieses Signal an eine Endstufe zu übermitteln. Aufgrund des Betätigungssignals wird dann das entsprechende Magnetventil mittels der Endstufe angesteuert.

Dies setzt voraus, dass zwischen dem Steuergerät und der Endstufe für jedes Magnetventil eine gesonderte Steuerleitung vorgesehen ist. Dies führt zu einem großen Verkabelungsaufwand und zu einem entsprechend großen Aufwand an Rechenleistung im Steuergerät. Jedes Betätigungssignal des Steuergeräts muss kurbelwellensynchron ermittelt und erzeugt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es unter Beibehaltung einer individuellen Betätigung der Gaswechselventile untereinander den für die Betätigung der Magnetventile erforderlichen Verdrahtungs-, Rechen- und Steuerungsaufwand zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird durch erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtungen gelöst.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen bei einer elektrohydraulischen Ventilbetätigung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennkammern. Die den Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventile sind unabhängig voneinander betätigbar. Hierzu werden in einer Steuereinheit kurbelwellensynchrone Ansteuersignale für Magnetventile der Brennkraftmaschine ermittelt und einer Endstufe übermitteln. Die Endstufe steuert die Magnetventile aufgrund der übermittelten Ansteuersignale an. Dabei weist jede Brennkammer der Brennkraftmaschine als Gaswechselventil jeweils wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil auf. Gemäß der Erfindung bilden alle Magnetventile aller Gaswechselventile einer Brennkammer einen Magnetventilsatz. Für alle Magnetventile eines Magnetventilsatzes wird jeweils ein Betätigungsprofil vorgegeben. In der Steuereinheit wird für jede Brennkammer ein kurbelwellensynchrones Aktivierungssignal ermittelt und der Endstufe zugeführt. Die Endstufe steuert die Magnetventile des Magnetventilsatzes aufgrund des Aktivierungssignals der Zylinder

entsprechend dem für das entsprechende Magnetventil abgespeicherten Betätigungsprofils an.

Diese Vorgehensweise beruht darauf, dass zwar zwischen den Magnetventilen unterschiedlicher Gaswechselventile einer Brennkammer große Unterschiede bestehen können, die Betätigung aller Magnetventile jedoch einem Grundmuster folgt, wobei zwischen einander entsprechenden Magnetventilen unterschiedlicher Brennkammern keine große Varianz gegeben ist. Es wird daher in der Steuereinheit zunächst einmal ein Betätigungsprofil für jedes Magnetventil eines Magnetventilsatzes gebildet. Diese Ermitteln und das Übertragen dieser Information muss zwar rasch, aber nicht kurbelwellensynchron durchgeführt werden. Die Ansteuerung der einzelnen Magnetventile und ihre Synchronisation bezüglich der Kurbelwelle erfolgt über das der entsprechenden Brennkammer zugeordnete Aktivierungssignal. Es wird also eine brennkammerindividuelle Synchronisation sichergestellt, während der Verlauf der Magnetventilbetätigungen einander entsprechender Magnetventile der unterschiedlichen Brennkammern einander entspricht.

Durch die laufende Neuberechnung der Betätigungsprofile für den Magnetventilsatz ist eine rasche, laufende Anpassung der Magnetventilbetätigungszeitpunkte an den aktuellen Fahrzustand und den Fahrwunsch des Fahrers durchführbar. Insgesamt gesehen bleibt die Variabilität und Anpassbarkeit der Betätigungszeitpunkte und Betätigungsdauern der Gaswechselventile der Brennkraftmaschine erhalten. Dennoch ist das Erfordernis der Synchronisation der Neuberechnung bezüglich der Kurbelwelle nicht mehr gegeben. Die Ansteuerung kann dabei nicht nur lediglich kurbelwellensynchron sondern auch zugleich zeitsynchron durchgeführt werden.

Gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass für jedes einzelne Magnetventil des Magnetventilsatzes ein spezifisches Betätigungsprofil ermittelt wird. Hierdurch wird eine weitgehende Anpassung der Betätigung der Magnetventile an den Fahrzustand erzielt.

Gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besteht das Aktivierungssignal für jeden einzelnen Zylinder aus einem binären Signal, wird im Steuergerät ermittelt und an die Endstufe übermittelt. Das binäre Signal ist ein einfach zu erzeugendes Signal, dessen Informationsgehalt ausreichend groß ist. Es ist weiter vorteilhaft, wenn das

Aktivierungssignal für jeden einzelnen Zylinder in einer zylinderspezifischen Aktivierungssignalleitung an die Endstufe übermittelt wird. Hierdurch wird in einfacher Weise ein Entkoppeln der Aktivierungssignale der unterschiedlichen Aktivierungssignale voneinander erreicht.

Die Endstufe aktiviert gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung die Magnetventile eines Zylinders aufgrund des Wechsels des Wertes des Aktivierungssignals dieses Zylinders gemäß dem entsprechenden Betätigungsprofil. Insbesondere in Verbindung mit einem binären Signal kann ein Wechsel vom ersten zum zweiten Wert des Aktivierungssignals eine andere Funktion als ein Wechsel vom zweiten zum ersten Wert des Aktivierungssignals haben. Dabei werden gemäß bevorzugter Ausgestaltung die Einlassventilen zugeordneten Magnetventile aufgrund eines ersten Wertewechsels zwischen zwei Werten des Aktivierungssignals und die den Auslassventilen zugeordneten Magnetventile aufgrund eines vom ersten verschiedenen zweiten Wertewechsels zwischen zwei Werten des Aktivierungssignals erfolgt.

Gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung werden Betätigungsprofile im Steuergerät ermittelt und über eine Datenleitung an die Endstufe übermittelt und dort zur Verwendung bei der Ansteuerung der Magnetventile in einer Speichereinheit abgespeichert. Hierbei werden die in der Speichereinheit der Endstufe abgelegten Betätigungsprofile während des Betriebs der Endstufe durch im Steuergerät vorzugsweise neu ermittelte Werte aktualisiert.

Ein Betätigungsprofil besteht gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung aus einem Rechteckprofil, das den Beginn und die Dauer der Betätigung des Magnetventils bezüglich dem durch das entsprechende Aktivierungssignal festgelegten Zeitpunkt. Gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung besteht ein Betätigungsprofil aus der Angabe von vier aufeinander folgenden Zeitdauern. Dabei repräsentiert die erste Zeitdauer die Dauer einer Wartezeit, die zweite Zeitdauer die Dauer Anlegens einer Anzugsspannung am Magnetventil, die dritte Zeitdauer, die Dauer einer Freiflugphase und die vierte Zeitdauer die Dauer des Anlegens einer Haltespannung am Magnetventil repräsentiert.

Gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird im Steuergerät ein Anpassungssatz ermittelt, der eine magnetventilspezifische Anpassung der Werte des

Betätigungsprofils für Magnetventile eines Magnetventilsatzes beinhaltet. Die Werte des Anpassungssatzes werden vom Steuergerät an die Endstufe, insbesondere mittels einer von der ersten Datenleitung getrennten zweiten Datenleitung übermittelt. Vorzugsweise wird für jeden Magnetventilsatz jeweils eine Anpassungsgruppe von Anpassungssätzen für alle Magnetventile der Magnetventilgruppe ermittelt. Durch diese Maßnahme wird eine individuelle Magnetventilbetätigung jedes Magnetventil ermöglicht. Auch zwischen den einander entsprechenden Magnetventilen unterschiedlicher Magnetventilsätze können unterschiedliche Betätigungszeiten bezüglich des jeweiligen Betätigungssignals erreicht werden. Somit bleiben die einzelnen Magnetventile voneinander unabhängig. Diese Ausgestaltung der Erfindung vereinigt also den Vorteil des verringerten Rechen und Steuerleitungsaufwand mit den Vorteilen der Unabhängigkeit der Ventilbetätigung. Dies kann insbesondere deshalb ausgenutzt werden, weil die zeitliche Veränderung des Verhaltens einander entsprechender Magnetventile verschiedener Magnetventilgruppen untereinander, beispielsweise bedingt durch eine voneinander abweichende Temperaturentwicklung der Magnetspulen der Magnetventile, relativ langsam erfolgt, während die Veränderung der Betätigungsprofile der Magnetventilsätze aufgrund des Fahrzustandes häufiger und schneller erfolgt.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Schaltungsanordnung zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen. In einer Steuereinheit werden Ansteuersignale für die Betätigung der Magnetventile ermittelt. Von der Steuereinheit werden über entsprechende Leitungen Signale an eine Endstufe übermittelt. Durch die Endstufe erfolgt die Ansteuerung der Magnetventile. Erfindungsgemäß handelt es sich bei den Leitungen zwischen Steuereinheit und Endstufe um eine Datenleitung zum Übermitteln von Betätigungsprofilen von Magnetventilen und um Aktivierungssignalleitungen zum kurbelwellensynchronen Aktivieren der Betätigung der Magnetventile von Zylindern aufgrund von Aktivierungssignalen.

Gemäß der Erfindung wird durch das Vorsehen der Aktivierungssignalleitungen und die eine Datenleitung der Verkabelungsaufwand zwischen Steuereinheit und Endstufe erheblich reduziert. Die Zahl der Leitungen wird deshalb verringert, weil über das Signal einer Aktivierungssignalleitung die Endstufe eine Vielzahl von Magnetventilen ansteuern kann, da diese zu Magnetventilgruppen zusammengefasst sind.

Gemäß vorteilhafter Ausgestaltung ist für jeden Zylinder eine Aktivierungssignalleitung zwischen Steuereinheit und Endstufe vorgesehen ist. Gemäß vorteilhafter Weiterbildung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist eine zweite Datenleitung zum Übermitteln der von Anpassungssätzen vorgesehen. Darüber hinaus ist es auch vorteilhaft, wenn die Endstufe eine Speichereinheit zum Abspeichern wenigstens der Betätigungsprofile der Magnetventilsätze aufweist.

Weiter entspricht es vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung, wenn in der Endstufe eine Recheneinheit zum Ermitteln der Ansteuersignale aus den Betätigungsprofilen und den Aktivierungssignalen sowie ggf. aus den Anpassungssätzen vorgesehen ist.

Im Übrigen ist die Erfindung auch an Hand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert; dabei zeigt:

Figur 1: in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung;
Figur 2: das Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und
Figur 3: den zeitlichen Verlauf von Betätigungsprofil und Ansteuersignal.

Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung 10. Die Schaltungsanordnung weist ein Steuergerät 11 auf, in dem die Betätigungsprofile und die Anpassungssätze ermittelt werden. Das Steuergerät ist über mehrere Leitungen 12, 13, 14 mit der Endstufe 18 verbunden. Dabei dient die erste Datenleitung 12 der Übermittlung der Betätigungsprofile, die zweite Datenleitung 13 der Übermittlung der Anpassungssätze. In der Endstufe 18 ist ein Speicher 17 vorgesehen, in dem ein erster Speicher 15 zum Abspeichern der Betätigungsprofile und ein zweiter Speicher 17 zum Abspeichern der Anpassungssätze ausgebildet ist. Daneben sind die Aktivierungssignalleitungen 12 zwischen Steuergerät 11 und Endstufe 18 ausgebildet. Für jede Magnetventilsatz MG1, MG2, MG3 ist dabei jeweils eine Aktivierungssignalleitung 12 ausgebildet.

In der Endstufe 18 dient eine Recheneinheit 19 dem Ermitteln der Ansteuersignale aus den in dem Speicher 17 abgelegten Betätigungsprofilen und den Anpassungssätzen. Aufgrund der über die Aktivierungssignalleitungen 12 übermittelten Aktivierungssignale werden die Ansteuerleitungen 20 bestromt, die jeweils zu einem spezifischen Magnetventil M1,...,M5 einer der Magnetventilsätze MG1,...,MG3 führen. Dabei sind

Magnetventile M_i gleicher Nummer der Magnetventilsätze MG_1, \dots, MG_3 einander entsprechende Magnetventile, die – ggf. abgesehen von einer Anpassung aufgrund eines Anpassungssatzes – mit dem gleichen Betätigungsprofil ansteuerbar sind.

Die Magnetventile M_1, \dots, M_5 bilden jeweils einen Magnetventilsatz MG_1, \dots, MG_3 . In der Figur 1 sind zur Vereinfachung 3 Magnetventilsätze mit jeweils fünf Magnetventilen M_i , $i=1, \dots, 5$ dargestellt. Die Anzahl der Magnetventile M_i in einem Magnetventilsatz ist jedoch ebenso entsprechend den jeweiligen Verhältnissen anpassbar, wie die Anzahl der Magnetventilsätze.

Die Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung das Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Schritte 110, 111; 120, 121; 130, 131 werden dabei in der Steuereinheit ausgeführt und können durchaus parallel zueinander erfolgen. Die Schritte 140 und 141 werden in der Endstufe ausgeführt und erfolgen parallel zu dem Ablauf der in der Steuereinheit ausgeführten Verfahrensschritte.

Gemäß dem Schritt 110 werden die Betätigungsprofile 24a, 24b (Fig. 3) ermittelt und anschließend gemäß dem Schritt 111 über die erste Datenleitung 13 an die Endstufe 18 übermittelt. Gemäß dem Schritt 120 werden die Anpassungssätze ermittelt und gemäß dem Schritt 121 über die zweite Datenleitung 14 an die Endstufe 18 übermittelt. Gemäß dem Schritt 130 werden die Aktivierungssignale 23 synchron zur Kurbelwellendrehung ermittelt. Sie werden dann gemäß dem Schritt 131 über die Aktivierungssignalleitungen 12 an die Endstufe 18 übermittelt.

Gemäß dem Schritt 140 wird in der Endstufe 18 aufgrund der vorliegenden Werte der Anpassungssätze und der Betätigungsprofile die für ein bestimmtes Magnetventil M_i ($i=1, \dots, 5$) eines Magnetventilsatzes MG_j ($j=1, \dots, 3$) die für die Ansteuerung des Magnetventils M_i erforderlichen Werte ermittelt. Ist für einander entsprechende Magnetventile M_i der Magnetventilsätze MG_1, \dots, MG_3 ein Betätigungsprofil 24 durch die vier Zahlenwerte Ti_1, Ti_2, Ti_3, Ti_4 vorgegeben (siehe Figur 3) und für das Magnetventil M_i der Magnetventilsatzes MG_j ein Anpassungssatz durch die vier Werte $Aij_1, Aij_2, Aij_3, Aij_4$ so ergibt sich für dieses Magnetventil ein die Ansteuerung charakterisierender Datensatz $D(M_i, MG_j)$ nach der Gleichung $D(M_i, MG_j) = (Ti_1 * Aij_1, Ti_2 * Aij_2, Ti_3 * Aij_3, Ti_4 * Aij_4)$. Die Werte $Aijn$ mit $n=1, \dots, 4$ eines Anpassungssatzes sind also Skalierungsfaktoren. Gemäß dem Schritt 141 werden entsprechend dem Eintreffen der

Aktivierungssignale 23 die Magnetventile M_i der Magnetventilgruppen MG_1, \dots, MG_3 aktiviert. Alternativ zu einer Skalierung mit Faktoren, wie sie hier dargestellt ist, kann der Anpassungssatz auch direkt Korrekturwerte enthalten, die dann durch Addition mit dem Magnetventilsatz verknüpft werden.

Die Figur 3 zeigt den zeitlichen Verlauf eines Aktivierungssignals 23 sowie parallel dazu den Verlauf von zwei Betätigungsprofilen 24a, 24b. Die Betätigungsprofile 24a, 24b sind jeweils einem Magnetventil M_i zugeordnet. Das Magnetventil M_i mit dem Betätigungsprofil 24a ist dabei einem Einlassventil der Brennkraftmaschine zugeordnet, während das Magnetventil M_i mit dem Betätigungsprofil 24b einem Auslassventil der Brennkraftmaschine zugeordnet sind und beide Magnetventile einem Magnetventilsatz MG_j angehören. Das Aktivierungssignal 23 wechselt kurbelwellensynchron zum Zeitpunkt der aufsteigenden Flanke 21 seinen Wert, beispielsweise von 0 nach 1. Nach diesem Zeitpunkt werden die Betätigungsprofile 24a der den Einlassventilen zugeordneten Magnetventile M_i bemessen. Das Aktivierungssignal ist von vorgegebener Dauer und wechselt danach wieder seinen Wert. Dies ist durch die abfallende Flanke 22 dargestellt. Nach diesem Zeitpunkt werden die Betätigungsprofile 24b der den Auslassventilen zugeordneten Magnetventile M_i bemessen.

Jedes Betätigungsprofil eines Magnetventils M_i besteht aus vier aufeinander folgenden Zeitabschnitten, T_{i1} , T_{i2} , T_{i3} , T_{i4} . Die Wartezeit T_{i1} gibt an, wie viel Zeit nach der entsprechenden Flanke die Betätigung des Magnetventils M_i beginnt. Für die Anzugsspannungszeit T_{i2} wird das Magnetventil M_i mit einem Anzugsstrom bestromt. Anschließend ergibt sich eine Freiflugphase der Dauer T_{i3} in der das Magnetventil nicht bestromt wird. Daran schließt sich die Haltezeit T_{i4} an, während der das Magnetventil mit Haltestrom bestromt wird.

Durch die Anpassungssätze A_{ij} können die Betätigungsprofile 24a, 24b an die individuellen Verhältnisse eines Magnetventils M_i des Magnetventilsatzes MG_j angepasst werden. Die Anpassungssätze A_{ij} aller Magnetventile M_i , $i=1, \dots, 5$ eines Magnetventilsatzes bilden eine Anpassungsgruppe.

Patentansprüche

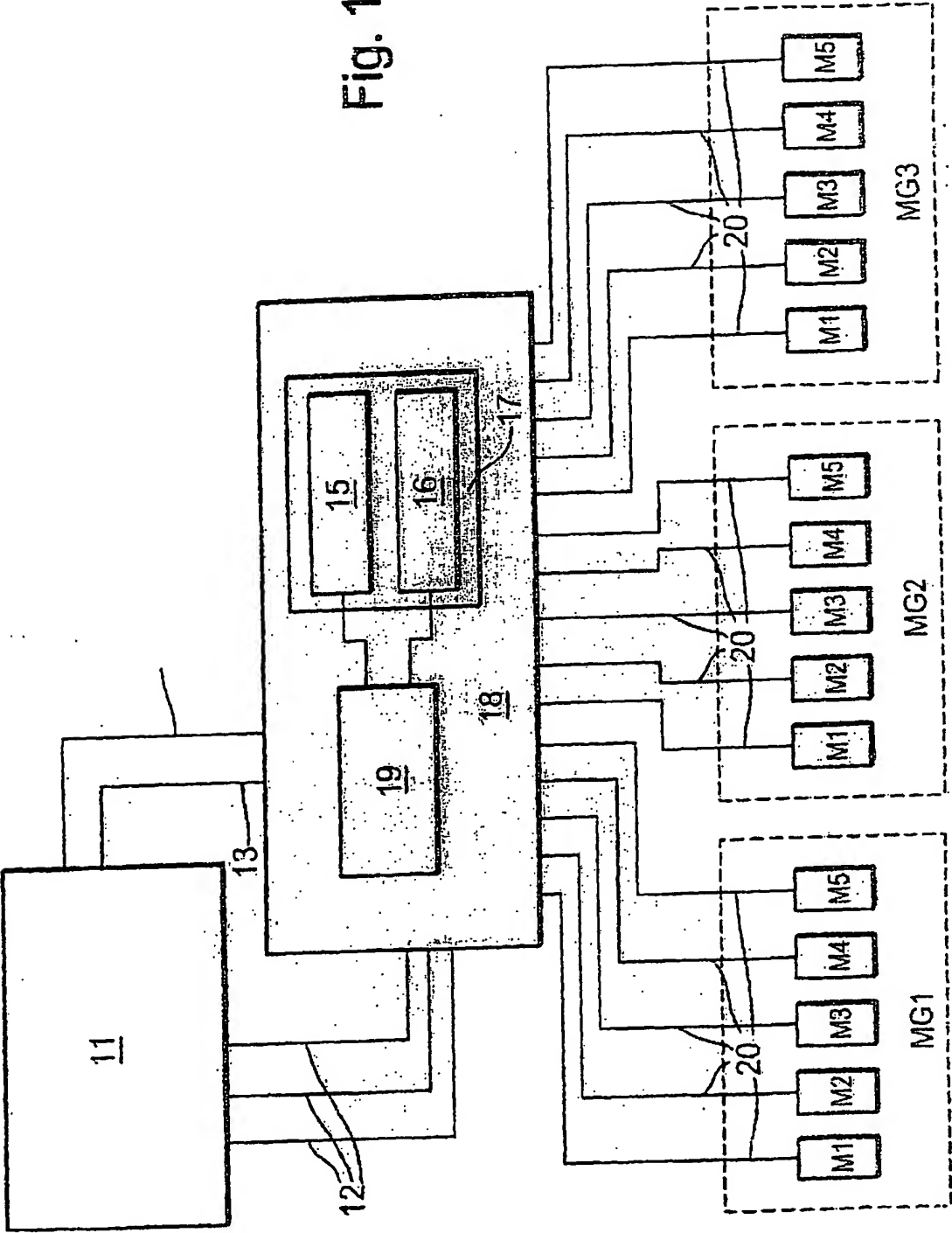
1. Verfahren zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen, bei einer elektrohydraulischen Ventilbetätigung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennkammern, wobei
 - die den Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventile unabhängig voneinander betätigbar sind,
 - in einem Steuergerät zumindest kurbelwellensynchrone Ansteuersignale für Magnetventile der Brennkraftmaschine ermittelt und einer Endstufe übermittelt werden,
 - wobei die Endstufe die Magnetventile aufgrund der übermittelten Ansteuersignale ansteuert, undwobei die Gaswechselventile jeder Brennkammer jeweils wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil umfassen dadurch gekennzeichnet, dass
 - alle Magnetventile (Mi) aller Gaswechselventile einer Brennkammer einen Magnetventilsatz (MGj, MG1, MG2, MG3) bilden,
 - für alle Magnetventile (Mi) eines Magnetventilsatzes (MGj, MG1, MG2, MG3) ein Betätigungsprofil (24, 24a, 24b) vorgegeben ist,
 - in der Steuereinheit (12) für jede Brennkammer ein kurbelwellensynchrones Aktivierungssignal (23) ermittelt und der Endstufe (18) zugeführt,
 - die Endstufe die Magnetventile aufgrund des Aktivierungssignals der Zylinder entsprechend dem für das entsprechende Magnetventil abgespeicherten Betätigungsprofil aktiviert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für jedes einzelne Magnetventil (Mi) des Magnetventilsatzes (MGj, MG1, MG2, MG3) ein spezifisches Betätigungsprofil ermittelt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Aktivierungssignal (23) für jeden einzelnen Zylinder aus einem binären Signal besteht, wobei das Aktivierungssignal (23) im Steuergerät (12) ermittelt und an die Endstufe übermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Aktivierungssignal (23) für jeden einzelnen Zylinder in einer zylinderspezifischen Aktivierungssignalleitung (12) an die Endstufe (18) übermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Endstufe (18) Magnetventile (Mi) eines Zylinders aufgrund des Wechsels des Wertes des Aktivierungssignals (23) dieses Zylinders gemäß dem entsprechenden Betätigungsprofil (24, 24a, 24b) aktiviert, wobei die Einlassventilen zugeordneten Magnetventile (Mi) aufgrund eines ersten Wertewechsels zwischen zwei Werten des Aktivierungssignals (23) und die den Auslassventilen zugeordneten Magnetventile (Mi) aufgrund eines vom ersten verschiedenen zweiten Wertewechsels zwischen zwei Werten des Aktivierungssignals (23) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, die Betätigungsprofile (24, 24a, 24b) im Steuergerät (11) ermittelt werden und über eine Datenleitung (13) an die Endstufe (18) übermittelt und dort zur Verwendung bei der Ansteuerung der Magnetventile (Mi) in einem Speicher (17) abgespeichert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Speicher (17) der Endstufe (18) abgelegten Betätigungsprofile (24, 24a, 24b) während des Betriebs der Endstufe (18) durch im Steuergerät (11) neu ermittelte Werte aktualisierbar sind.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betätigungsprofil (24, 24a, 24b) aus der Angabe von mehreren aufeinander folgenden Zeitdauern (Ti1, Ti2, Ti3, Ti4) besteht.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungsprofil (24,24a,24b) aus der Angabe von vier aufeinanderfolgenden Zeitdauern (Ti1,Ti2,Ti3,Ti4) besteht, wobei die erste Zeitdauer (Ti1) die Dauer einer Wartezeit, die zweite Zeitdauer (Ti2) die Dauer Anlegens einer Anzugsspannung am Magnetventil (Mi), die dritte Zeitdauer (Ti3) die Dauer einer Freiflugphase und die vierte Zeitdauer (Ti4) die Dauer des Anlegens einer Haltespannung am Magnetventil repräsentiert.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Steuergerät (11) für Magnetventile (Mi) ein Anpassungssatz (Aij) ermittelt wird, der eine Anpassung der Werte des Betätigungsprofils (24,24a,24b) beinhaltet, wobei die Werte des Anpassungssatzes (Aij) vom Steuergerät (11) an die Endstufe (18), insbesondere mittels einer zweiten Datenleitung (14) übermittelt werden, wobei vorzugsweise für jeden Magnetventilsatz (MG1,...,MG3) jeweils eine Anpassungsgruppe von Anpassungssätzen (Aij) für die Magnetventile (Mi) ermittelt wird.
11. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen, wobei in einer Steuereinheit Ansteuersignale für die Betätigung der Magnetventile ermittelt werden, von der Steuereinheit an eine Endstufe über Leitungen Signale übermittelt werden und in der Endstufe die Ansteuerung der Magnetventile erfolgt, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Steuereinheit (11) und Endstufe (18) eine Datenleitung (13) zum Übermitteln von Betätigungsprofilen (24,24a,24b) von Magnetventilen (Mi) und Aktivierungssignalleitungen (12) zum kurbelwellensynchronen Aktivieren der Betätigung der Magnetventile (Mi) von Zylindern aufgrund von Aktivierungssignalen (23) angeordnet sind.
12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Zylinder eine Aktivierungssignalleitung (12) zwischen Steuereinheit (11) und Endstufe (18) vorgesehen ist.
13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Datenleitung (14) zum Übermitteln der von Anpassungssätzen (Aij) vorgesehen ist.

14. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Endstufe (18) einen Speicher (17) zum Abspeichern wenigstens der Betätigungsprofile (24,24a,24b) der Magnetventilsätze (MG1,...,MG3) aufweist.
15. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der Endstufe (18) eine Recheneinheit (19) zum Ermitteln der Ansteuersignale aus den Betätigungsprofilen (24,24a,24b) und den Aktivierungssignalen (23) sowie ggf. aus den Anpassungssätzen (Aij) vorgesehen ist.

Fig. 1



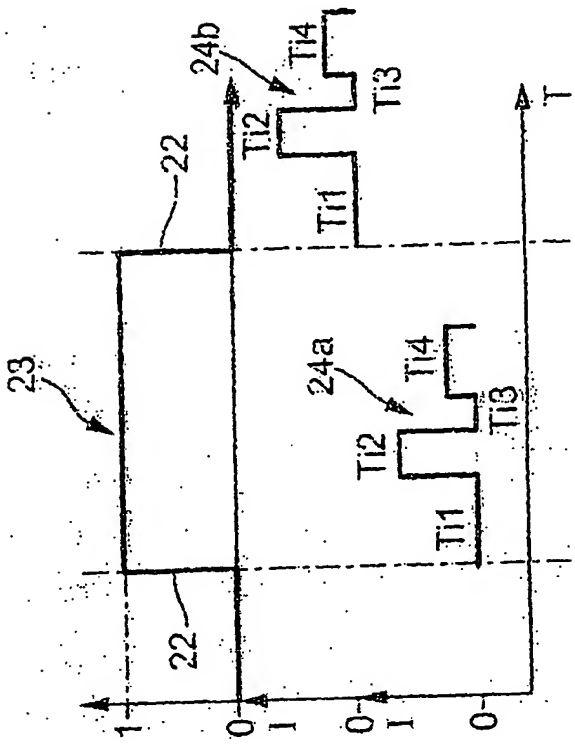
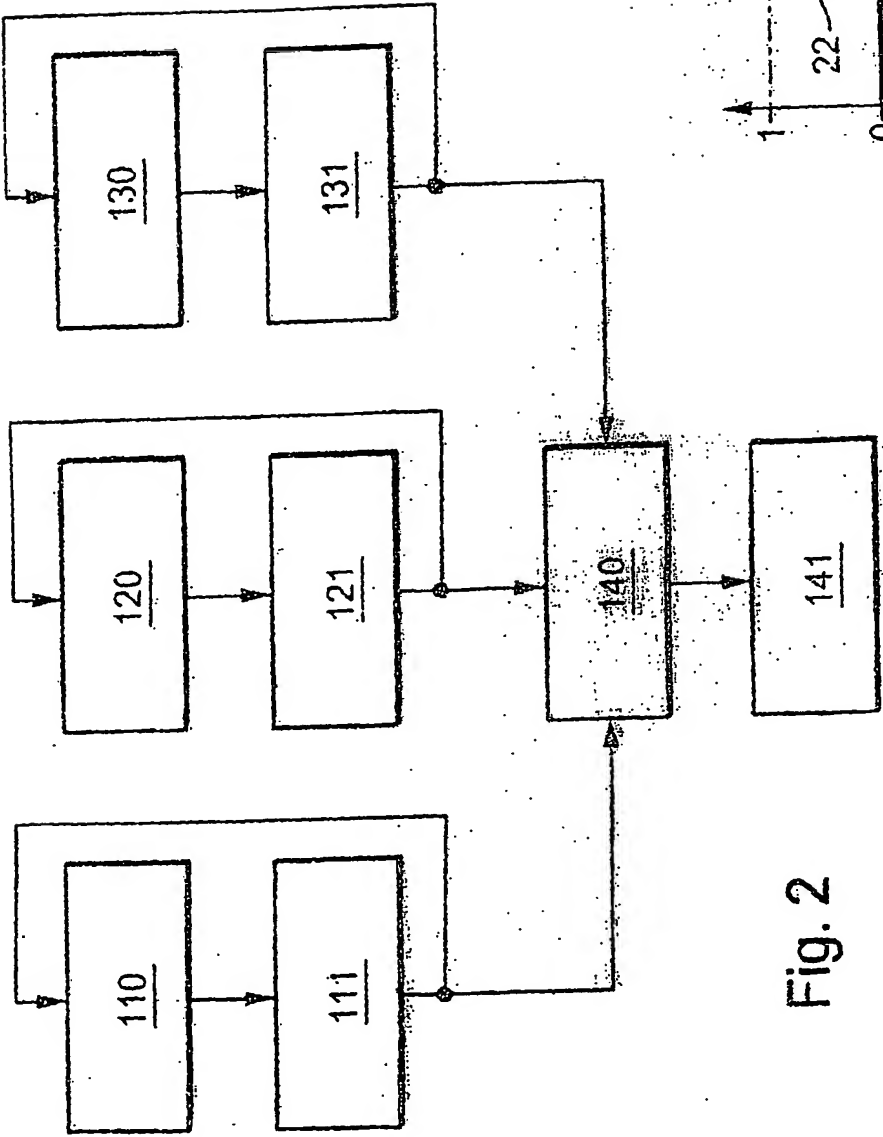


Fig. 3

Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01L9/02 F02D13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F01L F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 009 695 A (ULE LOUIS A) 1 March 1977 (1977-03-01) the whole document	1-4, 8, 11, 12, 15
A	US 5 115 782 A (STUTZENBERGER HEINZ ET AL) 26 May 1992 (1992-05-26) the whole document	1, 11, 13, 14
A	US 5 201 296 A (DAVIS ERROL W ET AL) 13 April 1993 (1993-04-13) the whole document	1, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C:



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 October 2003

Date of mailing of the international search report

28/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clot, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/02089

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4009695	A	01-03-1977	NONE
US 5115782	A	26-05-1992	DE 3940752 A1 13-06-1991 DE 59002309 D1 16-09-1993 EP 0433632 A1 26-06-1991 ES 2044371 T3 01-01-1994 JP 3121613 B2 09-01-2001 JP 3271535 A 03-12-1991
US 5201296	A	13-04-1993	CA 2130914 A1 14-10-1993 DE 69228568 D1 08-04-1999 DE 69228568 T2 07-10-1999 EP 0678158 A1 25-10-1995 JP 7506411 T 13-07-1995 WO 9320345 A1 14-10-1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F01L9/02 F02D13/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 F01L F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 009 695 A (ULE LOUIS A) 1. März 1977 (1977-03-01) das ganze Dokument	1-4,8, 11,12,15
A	US 5 115 782 A (STUTZENBERGER HEINZ ET AL) 26. Mai 1992 (1992-05-26) das ganze Dokument	1,11,13, 14
A	US 5 201 296 A (DAVIS ERROL W ET AL) 13. April 1993 (1993-04-13) das ganze Dokument	1,11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C-zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

17. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/10/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Clot, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02089

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4009695	A	01-03-1977	KEINE		
US 5115782	A	26-05-1992	DE	3940752 A1	13-06-1991
			DE	59002309 D1	16-09-1993
			EP	0433632 A1	26-06-1991
			ES	2044371 T3	01-01-1994
			JP	3121613 B2	09-01-2001
			JP	3271535 A	03-12-1991
US 5201296	A	13-04-1993	CA	2130914 A1	14-10-1993
			DE	69228568 D1	08-04-1999
			DE	69228568 T2	07-10-1999
			EP	0678158 A1	25-10-1995
			JP	7506411 T	13-07-1995
			WO	9320345 A1	14-10-1993